

ПОДГОТОВКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ К ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМАЦИЯМ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ В СОЛЯНЫХ ВАННАХ

PREPARATION OF ALUMINUM ALLOYS TO PLASTIC DEFORMATION CHEMICAL HEAT TREATMENT IN SALT BATHS

И.В. Ухлов

ФГАОУ ВПО «Российский государственный профессионально-педагогический университет» г.Екатеринбург
E-mail: uhl@mail.ru

Известно, что алюминиевые сплавы, а именно, конструкционные, к которым относят дуралюмины и сплавы алюминия с марганцем или магнием, при обработке давлением значительно упрочняются, причём неравномерно по объёму изделия с образованием на поверхности микротрещин, которые при дальнейшем деформировании могут интенсивно развиваться вглубь, что ухудшает качество изделий и может привести к их разрушению. При этом пластичность этих алюминиевых сплавов снижается и для её восстановления необходимо осуществлять термическую обработку (отжиг) изделий.

Поэтому получение изделий из алюминиевых сплавов методами обработки давлением осуществляют путём совмещения в одном технологическом цикле операций пластической деформации и термической обработки для воздействия на структуру и свойства деформируемых изделий из алюминиевых сплавов, при этом, чаще всего, это сложный и длительный технологический цикл.

Также большое разнообразие структур алюминиевых сплавов, определяющих их высокую пластичность, достигается за счёт использования легирующих компонентов, суммарное содержание которых, в свою очередь, не должно превышать 15 – 18%. Суммарное содержание легирующих компонентов должно быть таким, чтобы не обусловить неравномерную структуру изделий, а, значит, их низкую прочность, а, следовательно, исчерпывает возможности дальнейшего повышения пластических свойств алюминиевых сплавов за счёт легирования. При этом получение алюминиевого сплава с высокими пластическими свойствами не упрощает технологический цикл.[1]

Кроме того, для снижения усилия деформирования и поверхностного образования микротрещин пластическую деформацию проводят с использованием технологической смазки, как разъединяющего реагента для обеспечения смазывания, скольжения на формирующей поверхности, и отделения от неё при завершении операции пластической деформации. Однако эта мера не препятствует интенсивному развитию вглубь уже имеющихся микротрещин, а также их образованию на отдельных участках, полученных в результате неравномерного распределения технологической смазки на поверхности изделий из алюминиевых сплавов во время операции пластической деформации.

Предлагается вести формоизменяющие деформации алюминиевых сплавов с подготовкой, путем обработки заготовок в расплавах солей опре-

деленного состава, в результате чего происходит сокращение времени промежуточного и окончательного отжига при сохранении пластических свойств изделий, а также повышается сопротивление образованию и развитию микротрещин, за счёт нанесения на поверхность изделий из алюминиевых сплавов цинкового покрытия, что улучшает качество получаемых изделий.

Заявляемый эффект достигается обработкой алюминиевых заготовок в солевом расплаве хлоридов металлов определенного состава, что, позволяет провести эффективную термическую обработку изделий из алюминиевых сплавов в течение 5-10 минут, благодаря высокой скорости нагрева заготовок за счёт высокого коэффициента теплоотдачи расплавов хлоридов металлов (3000-5000 Вт/кв. м град $Вт/(м^2 \times K)$)[3], и равномерного распределения температуры по их объёму. Такая химико-термическая обработка также позволяет одновременно нанести цинковое покрытие, благодаря проходящей химической реакции, получить на поверхности деформируемых изделий из алюминиевых сплавов не только ровный слой цинка, но и переходный слой, представляющий собой химическое соединение, что и определяет прочное сцепление цинкового покрытия с алюминиевыми сплавами на уровне металлической связи: $Al + Zn^{2+} \rightarrow Al^{3+} + Zn/Al$.

Испытания предлагаемой технологии проводились в лабораторных условиях, готовились три группы образцов в виде листов алюминиевого сплава АМг6 толщиной 1,6 мм, полученных после горячей прокатки, предназначенных для многократной холодной пластической деформации с использованием технологической смазки, промежуточного и окончательного отжига с одновременным нанесением цинкового покрытия.

При многократной холодной пластической деформации в качестве технологической смазки использовалось промышленное масло.

В каждой группе образцы листов, изготовленные из алюминиевого сплава АМг6, после прохода на стане холодной прокатки с суммарным обжатием равным 25% для проведения промежуточного отжига с одновременным нанесением цинкового покрытия, обезжиривались в растворе, содержащем едкий натрий NaOH – 10%, углекислый натрий Na_2CO_3 – 4%, силикат натрия Na_2SiO_3 – 0,5%, дистиллированную воду H_2O – 85,5% при температуре 60°C в течение 10 минут.

Затем все листы промывались в холодной воде при температуре 20°C в течение 1 минуты,

сушились в сушильном шкафу при температуре 350°C в течение 15 минут.

После обезжиривания и отмытки осуществлялось удаление оксидных пленок (активирование) с поверхности листов из алюминиевого сплава АМг6 в растворе, содержащем азотную кислоту HNO_3 – 10%, соляную кислоту HCl – 2%, сульфидированный клей – 0,1%, дистиллированную воду H_2O – 87,9%, при температуре 20°C в течение 10 минут.

Затем все листы промывались в холодной воде при температуре 20°C в течение 1 минуты и

сушились в сушильном шкафу при температуре 350°C в течение 15 минут.

Подготовленные таким образом листы из алюминиевого сплава АМг6 с суммарным обжатием равным 25% подвергались промежуточному отжигу с одновременным нанесением цинкового покрытия, для чего листы погружались в ванну с расплавами хлоридов металлов [2], с различным соотношением компонентов (табл. 1). Проведение промежуточного отжига с одновременным нанесением цинкового покрытия велось при температуре 330°C в течение 7 минут.

Таблица 1

Состав и соотношение массовой доли солевого расплава

Компоненты расплава	Расплавы хлоридов металлов		
	Промежуточный и окончательный отжиг		
	I состав расплава (масс.%)	II состав расплава (масс.%)	III состав расплава (масс.%)
Хлорид цинка ZnCl_2	50	60	70
Хлорид калия KCl	25	20	15
Хлорид натрия NaCl	25	20	15

Далее в каждой группе образцы листов, изготовленные из алюминиевого сплава АМг6, после прохода на стане холодной прокатки с суммарным обжатием равным 50%, 68% для проведения соответственно, промежуточного отжига с одновременным нанесением цинкового покрытия, окончательного отжига с одновременным нанесением цинкового покрытия, обезжиривались в растворе, содержащем едкий натрий NaOH – 10%, углекислый натрий Na_2CO_3 – 4%, силикат натрия Na_2SiO_3 – 0,5%, дистиллированную воду H_2O – 85,5% при температуре 60°C в течение 10 минут.

Затем все листы промывались в холодной воде при температуре 20°C в течение 1 минуты, сушились в сушильном шкафу при температуре 350°C в течение 15 минут.

Подготовленные таким образом листы из алюминиевого сплава АМг6 с суммарным обжатием равным 50%, 68% подвергались, соответственно, промежуточному отжигу с одновременным нанесением цинкового покрытия, окончательному отжигу с одновременным нанесением цинкового покрытия, для чего листы погружались в ванну с расплавами хлоридов металлов различного состава и соотношения компонентов. Проведение промежуточного и окончательного отжига с одновременным нанесением цинкового покрытия велось при температуре 330°C в течение 7 минут.

После каждой операции проведенного промежуточного и окончательного отжига с одновременным нанесением цинкового покрытия, отбиралось по одному листу, из которых вырезались стандартные образцы для испытания на растяжение, при этом определялись: предел прочности и относительное удлинение (см. Таблицу 2).

После последнего прохода на стане холодной прокатки с суммарным обжатием равным 68% получены листы из алюминиевого сплава АМг6 толщиной 0,5 мм, толщиной цинкового покрытия 5-6 мкм, толщиной переходного слоя 30-50 мкм (толщина цинкового покрытия определена капельным методом, толщина переходного слоя определена металлографическим методом).

Результаты испытаний на растяжение и относительное удлинение для подтверждения прочности и пластичности листов из алюминиевого сплава АМг6, полученных способом химикотермической обработки заготовок в солевом расплаве, подтверждают получение изделий из алюминиевого сплава АМг6 повышенного качества с существенным сокращением производственного цикла, параметры которых сопоставимы с аналогичными показателями, известными из уровня техники (см. Таблицу 2).

Таблица 2

Результаты испытаний					
№№	Расплавы хлоридов металлов	Обжатие, ε, %		Показатели механических свойств	
		Разовое обжатие, ε _р	Суммарное обжатие, ε _Σ	Предел прочности σ _в , МПа	Относительное удлинение, δ, %
1	2	3	4	5	6
I группа образцов	I состав расплава	Промежуточный отжиг			
		25 25	25 50	334 345	22,1 18,7
		Окончательный отжиг			
		18	68	392	17,1
II группа образцов	II состав расплава	Промежуточный отжиг			
		25 25	25 50	328 340	23,5 19,1
		Окончательный отжиг			
		18	68	388	17,5
III группа образцов	III состав расплава	Промежуточный отжиг			
		25 25	25 50	337 349	21,9 18,6
		Окончательный отжиг			
		18	68	390	17,4
Способ термообработки для листов и рулонов из алюминиевого сплава АМг6, отжиг после холодной пластической деформации при температуре 310-350°С в течение 3-5 ч (см. Фиргер И.В. Термическая обработка сплавов Справочник, Л., «Машиностроение», 1982, с. 132)		Промежуточный отжиг			
		25 25	25 50	331 342	22,8 19,3
		Окончательный отжиг			
		18	68	396	16,9

Список литературы

1. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1979. – 320с.

2. Пат.2468113 Российская Федерация, С1 МПК C22F 1/04 C23C 10/24. Способ обработки изделий из алюминиевых сплавов/ Каржавин В.В., Ухлов И.В.

3. Смольников Е.А. Термическая и химико-термическая обработка инструментов в соляных ваннах. М.: Машиностроение, 1989. – 312с.

4. Фиргер И.В. Термическая обработка сплавов: Справочник. Л.: Машиностроение, 1982. – 304 с.